

Participatory design of sustainable cocoa-based agroforestry systems – A methodological approach in the Dominican Republic

M. Notaro, M. Martinet, R. Vaca, C. Schloeggel, P. Costet, C. Gary, O. Deheuvels

Most of the cocoa production worldwide comes from small farms where cocoa is family-grown, often on highly diversified and small plots known as agroforests. In the Dominican Republic, the majority of cocoa is produced in such systems where undescribed cocoa cultivars are associated with more than 40 other plant species. These highly diversified and shaded cocoa orchards are the current strategy of a highly vulnerable and ageing population of farmers with low income and poor education level. As most of the next generation of farmers has already fled to the cities or has found a job in the flourishing tourism sector, there is an urgent need for solutions to make cocoa production attractive again. Government's strategies for cocoa intensification traditionally rely on genetic improvement and capacity building on crop, pests and disease management, both having proved to fail because of a lack of knowledge about actual farmers' practices and strategies. On the other hand, a recent alliance between Research and chocolate manufacturers has led to an innovative program for the design of sustainable cocoa-based agroforestry systems. The design methodology relies on a participatory approach based on the identification, quantification and ranking of the products generated by the current cocoa-based AgroForestry Systems (SAFc). The farmers' strategy of diversification where timber and fruit trees are cultivated with cocoa trees on the same plot, together with other annual and multiannual crops, is the basis of the participatory approach. Workshops with focus groups are conducted to deal with every aspect of cocoa production, from soil quality management to cocoa and shade plants management. These workshops lead to define a panel of options, or prototypes, where cocoa varieties are associated with a productive shade canopy linked to markets, in a design that allow an acceptable cocoa yield level together with other sources of income. The panel of agroforestry prototypes produced in these participatory workshops is finally tested for its economic resilience under different climate and prices scenario, before being implemented in the field. This innovative program seeks transforming the cocoa production sector in the Dominican Republic by making the cocoa based AFS an attractive alternative for the next generation of farmers.

Introduction

La République Dominicaine est le 10^{ème} pays producteur de cacao à l'échelle mondiale avec 69633 tonnes de cacao marchand en 2014 (FAOSTAT, 2017). Comme dans les autres régions du monde productrices de cacao, la très grande majorité des producteurs possèdent des surfaces cultivées faibles, 65% des 40000 producteurs du pays cultivent des cacaoyers sur moins de 5 hectares (Batista, 2009). Les plantations hébergent une diversité importante d'espèces végétales cultivées, dans les strates supérieure et inférieure aux cacaoyers, dont les produits permettent d'améliorer les revenus familiaux ou bien sont directement intégrés dans l'alimentation de la famille du producteur (Deheuvels, 2015; Mattalia, 2016). On parle alors de systèmes agroforestiers à base de cacaoyers (SAFc) dans lesquels pas moins de 44 espèces végétales différentes ont pu être recensés en République Dominicaine (Deheuvels, 2015).

64% des producteurs de cacao n'auraient pas d'autres types de systèmes de culture ou d'activité agricole que les systèmes agroforestiers (Base de Données Deheuvels & Notaro 2017). Malgré une forte diversité de produits issus de leurs plantations, 51% de ces producteurs ne possédant que des SAFc se retrouvent sous le seuil de pauvreté du pays (Base de Données Deheuvels & Notaro 2017), défini à 4644 RD\$.personne⁻¹.mois⁻¹ soit environ 99US\$.personne⁻¹.mois⁻¹ (ONE, 2016), à cause de rendements en cacao faibles, proches de 300kg.ha⁻¹ en moyenne à l'échelle du pays (Batista, 2009), et en raison de rendements d'autres productions peu élevés et parfois invendues (Base de Données Deheuvels & Notaro 2017). Aujourd'hui la moyenne d'âge des producteurs du pays est de 60 ans, dont la plupart prétendent ne pas être assurés de la reprise de leur exploitation (Mattalia, 2016). La production dominicaine de cacao est menacée car ce secteur manque d'attractivité et les jeunes générations préfèrent se tourner vers le tourisme (Berlan & Bergés, 2013).

L'avenir du secteur cacao dominicain dépend d'alternatives qu'il est urgent de formuler pour le rendre de nouveau attractif. Dans le cadre du projet Cacao Forest, financé par une alliance public/privé entre la recherche académique et le secteur chocolatier français, une démarche de conception participative de SAFc innovants a été entreprise depuis 2016, afin d'augmenter significativement les revenus des producteurs générés par les produits issus de leurs SAFc, cacao compris. Cet article décrit la méthodologie utilisée pour aboutir à une conception collective, avec les techniciens et les producteurs du secteur cacao dominicain, de prototypes de SAFc performants économiquement et écologiquement intensifs.

Méthodologie

Lieu d'étude

Les travaux ont été conduits sur les provinces de Duarte et de San Cristobal (Figure 1), d'où provient la majorité du cacao acheté par les partenaires chocolatiers du projet. Ce cacao est localement fourni par des familles de producteurs qui vendent leur récolte à RIZEK CACAO, CONACADO (Confederacion Nacional de Cacaocultores Dominicanos) et FUNDOPO (Fundacion Dominicana de Productores Organicos).

Avec 15000 t de cacao bio produit en 2009, soit 35% de la production nationale, la République Dominicaine se place au 1^{er} rang mondial de production de cacao certifié en agriculture biologique (Batista, 2009). Certains partenaires (FUNDOPO dans la province de San Cristobal, FUPAROCA dans la province de Duarte) fournissent les certifications en agriculture biologique aux producteurs et une assistance technique pour que ces producteurs respectent ce mode de production agricole. De ce fait, la conception participative se situera dans ce cadre avec absence d'usage des intrants de synthèses (pesticides et fertilisants) pouvant être utilisés en agriculture conventionnelle.

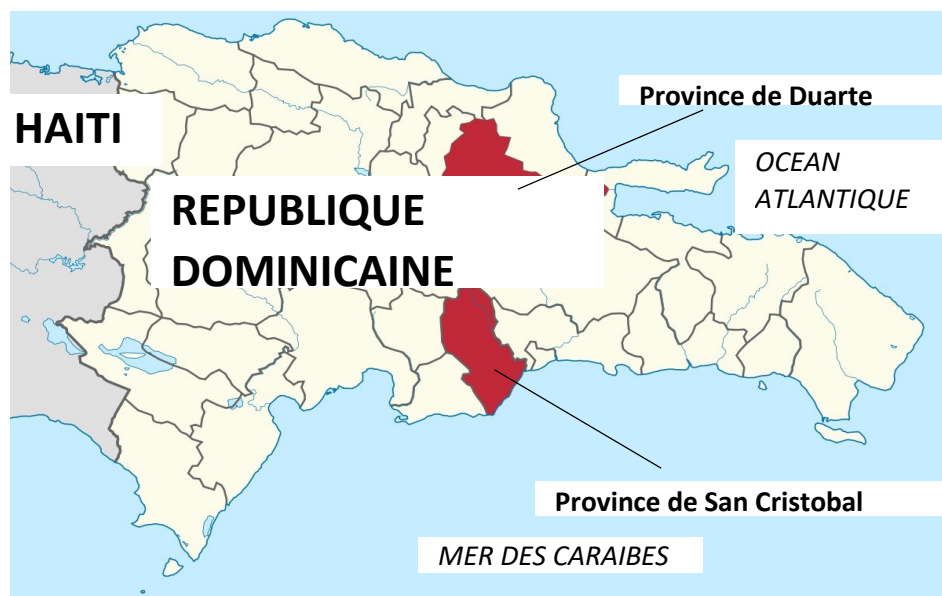


Figure 1. Localisation des provinces productrices de cacao où ont lieu les ateliers de conception participative.

Méthode de conception

Le transfert des « bonnes » pratiques agricoles est aujourd'hui souvent assuré par la formation technique de groupes de producteurs ou directement via une assistance technique individuelle chez les producteurs. Cet appui est réalisé par des techniciens, ou des ingénieurs d'organismes d'appui au secteur agricole. Ce type d'approche verticale a montré ses limites par l'observation d'un faible pourcentage d'adoption des pratiques recommandées (Faure *et al.*, 2009; Le Gal *et al.*, 2010), et cela est aussi observé en République Dominicaine avec les producteurs de cacao (communications personnelles FUNDOPO, CONACADO et RIZEK CACAO).

Partant du constat que les producteurs perçoivent un revenu très faible de leur SAFc et qu'ils n'appliquent pas ou peu les conseils techniques qui leur permettraient d'améliorer les rendements en cacao et donc leur revenu, nous avons élaboré une méthode de conception participative originale. L'objectif central de cette méthode est d'imaginer, collectivement lors d'ateliers, des choix techniques,

c'est-à-dire des espèces végétales à associer et des pratiques de gestion de chacune de ces espèces et des parcelles cultivées, qui permettent aux producteurs de dégager des revenus satisfaisants de leur SAFc. Nous avons calculé un seuil de revenu par unité de surface permettant à tous les producteurs de tirer un revenu supérieur au seuil de pauvreté. Pour cela, nous avons multiplié le seuil de pauvreté général, 1188 US\$.personne⁻¹.an⁻¹ (ONE, 2016), par le ratio [nombre de personnes à charge/surface SAFc] le plus élevé, pour des producteurs vivant uniquement des revenus des SAFc (à partir de la Base de Données Deheuvels & Notaro 2017). Le revenu seuil à atteindre est donc de 7700 US\$.ha⁻¹.an⁻¹.

Afin de faciliter l'émergence et l'adoption future de ces innovations, nous avons formé des groupes de travail rassemblant les professionnels du secteur cacao (Reau & Doré, 2008). Deux groupes distincts ont été formés dans chaque province : (i) un groupe constitué de techniciens, enseignants et chercheurs, dont la réflexion s'appuie sur des connaissances académiques et (ii) un groupe constitué de producteurs de cacao, dont la réflexion s'appuie sur des connaissances pratiques reposant sur l'expérience individuelle. Cette séparation des acteurs s'est faite de façon à obtenir la participation la plus active possible des producteurs qui se sentent plus à l'aise « entre pairs » pour faire part de leurs opinions (Reau & Doré, 2008).

Nous avons opté pour une conception de SAFc basée sur le prototypage en ateliers de conception participative. Le but de ces ateliers est de concevoir collectivement des prototypes caractérisés par des combinaisons de techniques, portant sur (i) la diversité des espèces végétales associées et leurs densités, (ii) les dispositifs de plantation et (iii) les pratiques de gestion des parcelles cultivées permettant d'atteindre l'objectif de rentabilité économique des prototypes. Par province, deux prototypes seront sélectionnés pour être installés en parcelles vierges (d'installation) et en parcelles âgées de SAFc (de transition). Dans les deux cas il y aura trois répétitions, c'est-à-dire qu'il y aura 3 parcelles d'installation et 3 parcelles de transition pour les prototypes 1 et 2. Ces deux prototypes seront choisis, et peut-être affinés, lors du dernier atelier réunissant les 2 groupes de travail. La mise en place de ces prototypes aura lieu sur des terrains libres ou des parcelles agroforestières de partenaires du projet Cacao Forest et de producteurs volontaires, ayant pris part aux ateliers de conception. Leur mise en place aura lieu courant 2018 et un suivi scientifique des prototypes sera effectué dans les prochaines années dans le cadre du projet Cacao Forest. Le processus de conception participative de prototypes de SAFc se décline en six étapes (Figure 2).

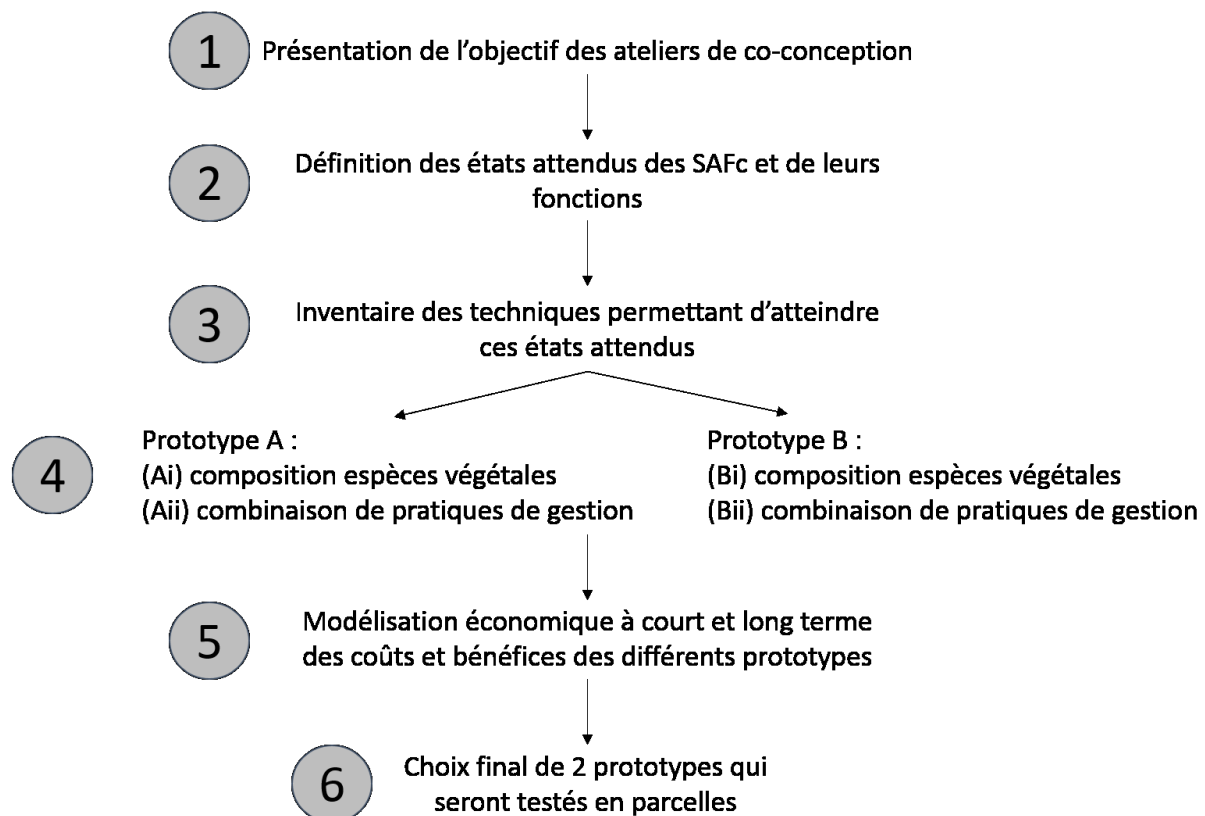


Figure 2. Méthodologie de conception participative : suivi de différentes étapes aboutissant à l'élaboration de prototypes de SAFc permettant de remplir les objectifs de rentabilité économique

Avant d'effectuer les choix techniques, il est essentiel que les participants s'expriment sur les états attendus des SAFc et de leurs fonctions (Figure 3). Cette étape (n°2 de la Figure 2) pose les bases du fonctionnement des SAFc, et permet de définir visuellement les SAFc tels que les participants voudraient qu'ils soient et d'en expliciter les raisons. Prenons par exemple l'ombrage : c'est un état du système de culture, occupant une place relativement importante dans les SAFc. Dans un premier temps, les participants aux ateliers devront définir les fonctions de l'ombrage et qualifier dans quelles conditions il est satisfaisant. Par exemple, un ombrage léger relativement homogène, fournit par les arbres de la strate supérieure aux cacaoyers (= état attendu), satisfait les besoins en rayonnement des cacaoyers (= fonction 1 de l'ombrage) et limite par ailleurs la germination et la croissance des plantes adventices de l'étage inférieur (= fonction 2 de l'ombrage). Ce travail de caractérisation des états attendus des SAFc se fera autour de dessins et de présentations (cacaoyers et plantes associées « idéaux ») ainsi que par une sortie sur plusieurs parcelles de producteurs pour avoir le ressenti des participants sur les aspects satisfaisants et insatisfaisants de ces parcelles.

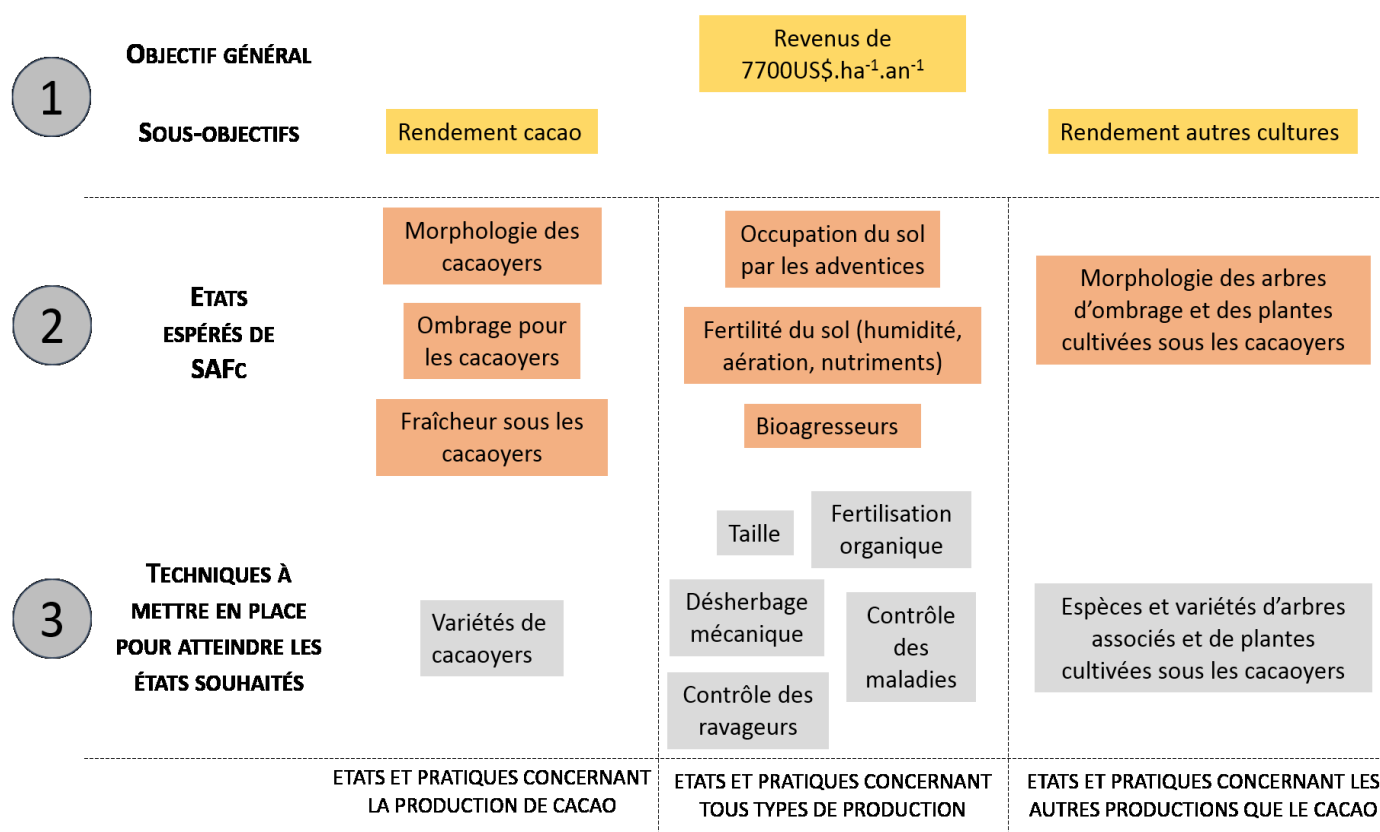


Figure 3. Les bases de la conception participative de prototypes de SAFc : mettre des mots sur les états espérés des SAFc par les participants et trouver des qualificatifs pour les caractériser. Les chiffres de 1 à 3 font référence aux 3 premières étapes de la méthodologie de co-conception. Deux sous-objectifs facilement identifiables peuvent permettre d'obtenir des revenus de 7700US\$.ha⁻¹.an⁻¹ : augmenter significativement les rendements en cacao et/ou les rendements des autres cultures associées. Les états espérés ainsi que les techniques peuvent être propres aux cacaoyers ou aux plantes associées, ou bien être partagés par ces deux composantes des SAFc, expliquant la répartition en 3 colonnes distinctes. Les relations, positives ou négatives, entre les différents états (non représentées sur la Figure) devront être explicitées. Des problématiques sont ensuite soulevées par les participants (salissement de la parcelle, ombrage très dense, etc.). Les techniques permettant d'atteindre les états souhaités seront ensuite listées, avant d'être sélectionnées pour caractériser les prototypes.

Chaque prototype devra répondre à une problématique particulière, identifiée par les participants, qui est une cause de la faible rentabilité économique des SAFc actuels. Par exemple, un groupe de producteurs aura un problème majeur de fertilité du sol, tandis que pour un autre il s'agira plutôt de l'invasion du sol par les mauvaises herbes. Des choix techniques adaptés à chaque problématique, donc à chaque prototype, seront sélectionnés lors de l'étape 4 (Figure 2) à partir de différents outils (Tableau 1). Une première phase consistera à choisir les espèces, puis une seconde à retenir les densités et le dispositif de plantation pour les prototypes d'installation et de transition, et enfin à sélectionner les pratiques de gestion, répondant à la problématique de chaque prototype tout en atteignant l'objectif de rentabilité économique. Par exemple pour la première phase, les variétés de cacaoyers et autres espèces végétales qui intégreront les prototypes seront choisis après classification de l'importance de certains critères (agronomiques et économiques), caractérisant ces variétés en utilisant la méthode de dénombrement des cailloux ou méthode de Sheil (Sheil *et al.*, 2004). Le concept d'importance a ici été défini au sens de Sheil *et al.* (2004) comme « une estimation holistique de préférences relatives ». Cette hiérarchisation de caractéristiques permet de laisser de côté certaines espèces, et même certaines variétés, et à l'inverse permet de faire ressortir celles qui satisfont ces caractéristiques (ou critères de sélection). Concernant les choix des densités de chaque espèce et du dispositif de plantation, ils sont réalisés à partir d'un plateau de jeu représentant le prototype en miniature avec des plantes symbolisées par des cercles de différentes couleurs, chaque couleur

symbolisant une espèce végétale (Figure 4). Le fait de pouvoir représenter en miniature le prototype de SAFc aide les participants à visualiser les possibilités et leurs conséquences, ce qui permet d'alimenter les discussions et d'aider au choix des densités et le dispositif de plantation souhaité. L'itinéraire technique adapté aux différentes espèces est ensuite établi collectivement au fil de conversations dirigées par l'animateur, définissant les pratiques à effectuer, l'époque de l'année, le matériel et le temps nécessaires à leur réalisation (Figure 4).

Tableau 1. Processus suivis lors des ateliers pour convenir premièrement d'une composition végétale "idéale" des prototypes ainsi que d'un ITK adapté dans un second temps.

Choix	Cible	Critères discutés (liste non exhaustive)	Méthode de choix
Composition végétale	Variétés de cacaoyers	Compatibilité du pollen (autogame, allogame, inter-compatible et inter-incompatible), productivité, qualité organoleptique des fèves, résistance-tolérance ou susceptibilité aux maladies présentes dans le pays (<i>Phytophthora palmivora</i> , <i>Calonectria rigidiuscula</i>) ou pouvant être introduites (<i>Moniliophthora roreri</i> , <i>Crinipellis perniciososa</i>), saisonnalité et période de production, vigueur, etc.	Méthode de Sheil
	Espèces végétales (et variétés) à associer aux cacaoyers	Facilité de gestion, facilité de commercialisation des produits, prix de vente attractif, productivité, périodicité de production, encombrement spatial, favorable au cacaoyer (ombrage, fertilité du sol), résistance aux ouragans, période de production (différente aux cacaoyers), etc.	Méthode de Sheil
Gestion de la composition végétale	Schéma de plantation	Densités et dispositif de plantation favorisant certains critères mentionnés ci-dessus (ombrage adéquat, facilité de gestion, désencombrement spatial de la parcelle par exemple)	Plateau de jeu
	Cacaoyers et plantes associées	Pratiques à effectuer : préparation du sol, taille de formation, taille d'entretien, désherbage mécanique, fertilisation organique, greffage porte-greffe, récolte sanitaire, etc.	Définition d'états ou de seuils qui déterminent les pratiques à adopter

Changer les pratiques en élaborant un itinéraire technique adapté implique des variations de coûts d'intrants (travail, outils) et potentiellement des différences de rendements qui sont des risques pour le producteur (Greiner *et al.*, 2009). Lors de l'étape 4, ces choix sont caractérisés suivant les temps de travaux (jour homme), les coûts (intrants, main d'œuvre) et les bénéfices (vente et autoconsommation des produits) des SAFc, sur une période de 20 ans, afin de pouvoir tester à priori les prototypes. Les données de temps et de coûts sont estimées par les participants lors de l'élaboration de l'itinéraire technique. Ce qui relève des bénéfices est construit (i) à partir des données de rendement minimal, maximal et moyen sur l'année, des différentes espèces constituant les prototypes, fournies par le

ministère de l'agriculture (MA, 2017), et (ii) des prix d'achat au producteur, minimal, maximal et moyen fournis par les participants eux-mêmes.

Des projections économiques sont ensuite effectuées (étape 5) à différents pas de temps et suivant différents scénarios de prix et de rendements, à l'aide du logiciel de modélisation Olympe afin de rendre compte de la pertinence des choix techniques vis-à-vis de l'objectif (Deheuvels & Penot, 2008). La variabilité des rendements ainsi que la variabilité des prix, particulièrement celui du cacao très volatil, seront à la base des discussions pour réajuster les prototypes afin d'augmenter leur capacité de résilience économique. Ces projections présentent l'intérêt de mieux visualiser la charge de travail, les investissements, les rentrées d'argent à différentes phases de vie des prototypes. Elles sont un outil de perfectionnement des prototypes en permettant de ré-affiner certains choix, comme par exemple la densité de certaines espèces, ou bien la répartition du temps de gestion des prototypes entre le producteur et sa famille et un ou plusieurs travailleurs.



Figure 4. Photo d'atelier avec des techniciens et enseignant-chercheurs portant sur la classification de caractéristiques de sélection des espèces végétales à associer aux cacaoyers (en haut à gauche). Photo d'atelier avec des producteurs portant sur le dispositif de plantation d'un prototype (en haut à droite). Photo représentant l'itinéraire technique concernant les cacaoyers, élaboré progressivement au cours de l'atelier sur l'un des murs de la salle de réunion (ci-contre).

Le dernier atelier (étape 6) est l'occasion de faire se rencontrer les techniciens et enseignant-chercheurs avec les producteurs une fois que chaque groupe s'est bien approprié ses prototypes. Chaque groupe présente ses prototypes et les choix techniques associés en les argumentant. Le projet Cacao Forest ne pouvant installer que 2 prototypes par zone pour des raisons pratiques, cet atelier doit aboutir à la sélection des 2 prototypes les plus fiables. Les participants commentent les prototypes et se mettent d'accord sur les 2 qui seront installés, en ayant la possibilité d'apporter des derniers ajustements techniques à condition que ceux-ci fassent l'unanimité.

Discussion

L'approche systémique de conception de SAFc développée vise à réinventer les SAFc à partir de connaissances expertes, permettant de répondre à des besoins locaux spécifiques, ce qui a pour conséquence un taux d'adoption élevé par les producteurs (Lançon *et al.*, 2007; Rapidel *et al.*, 2009). Au travers de dessins, de sorties en parcelles agroforestières à base de cacaoyers, puis de méthodes et d'outils d'expression (MdC et représentation miniature de parcelle), nous sommes parvenus à identifier des problématiques agronomiques pour ensuite définir des solutions techniques.

Puisque nous avons travaillé cette conception avec des producteurs certifiés en agriculture biologique, donc n'utilisant ni pesticide ni fertilisant de synthèse, nous allons plus loin que le cadre conceptuel ESR (Hill & MacRae, 1996) ou que d'autres approches comme MASC (Sadok *et al.*, 2009), qui vise à réduire l'usage de ce type d'intrants en les substituant par des produits « moins dangereux ». Dans notre cas la conception s'est faite de façon à réfléchir l'association des espèces dans l'espace de la parcelle afin de favoriser les processus biologiques de synergie (bases de l'agroécologie) et d'éviter ceux de compétition. Aujourd'hui il existe un manque de connaissances scientifiques sur les processus agroécologiques sous-jacents aux systèmes de culture (Gaba *et al.*, 2014), particulièrement dans ces systèmes agroforestiers complexes. Au cours des ateliers de conception, des processus basiques (par exemple la fourniture d'un ombrage adéquat pour la culture du cacaoyer, l'approvisionnement de litière organique à des moments clés de stades phénologiques de la culture de cacao, etc.) ont pu émerger de la part des 2 groupes d'acteurs.

En ce qui concerne l'innovation, celle-ci a été limitée notamment par l'origine professionnel des participants qui sont tous impliqués dans le secteur cacao uniquement. De ce fait, la conception participative aboutit plus à des prototypes d'optimisation des systèmes existants que des prototypes innovants. Proposer à des professionnels d'autres secteurs (agroalimentaire ou de filières d'exportation par exemple) à prendre part aux ateliers aurait aidé l'émergence d'innovations, notamment dans la mise en place d'une filière commerciale sûre pour un autre produit que le cacao, voire même originale avec la création à l'échelle de la communauté d'une usine de transformation alimentaire.

Conclusion

Cette méthodologie de conception participative permet d'aboutir à des SAF optimisés, qui devraient permettre d'atteindre les objectifs économiques fixés. Ces prototypes seront installés en parcelles en 2018 en suivant les guides techniques élaborés à partir des choix faits collectivement lors des ateliers de co-conception. Ces ateliers présentent l'avantage de réunir des spécialistes des SAFc, qu'ils soient plutôt du côté des savoirs ou des savoir-faire et de les faire échanger entre eux des systèmes de culture cacao, de leur fonctionnement et de ce qu'on en attend. De ces conversations émergent de nouvelles idées, et aussi de nouvelles connaissances qui serviront chacun des participants dans la gestion de leurs SAFc. Los de ces ateliers, un calendrier technique a été élaboré collectivement sur une période de 20 ans afin d'effectuer des projections économiques. Cependant, il semble assez improbable que les techniques choisies restent fixées telles que définies initialement, car ne permettant pas de remplir les objectifs souhaités. Pour la pérennité du projet Cacao Forest, il semble donc important de prévoir des réunions régulières entre les différents acteurs en charge d'effectuer la gestion des prototypes (techniciens et producteurs) pour faire un récapitulatif de l'état de chaque prototype (satisfaisant ou non) et de proposer des réajustements collectifs du calendrier technique si nécessaire.

BIBLIOGRAPHIE

- Batista, L., 2009: Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana. *pp.* 185. CEDAF.
- Berlan, A. and A. Bergés, 2013: Report of findings commissioned by Green & Black's. Cocoa Production in the Dominican Republic : Sustainability Challenges and opportunities. *pp.* 63.
- Deheuvels, 2015: Rapport d'expertise. Caractérisation des systèmes de culture du cacaoyer de République Dominicaine dans les provinces de Duarte, Hato Mayor et El Seibo.
- Deheuvels, O. and E. Penot, 2008: Olympe, a multiscale tool to explore management options in agroforestry systems. Modelling agroforestry systems with perennial crops: connecting agroforestry researchers with modellers., 10.
- FAOSTAT. (2017). Retrieved september 2017, from <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.
- Faure, G., P. Gasselin, B. Triomphe, L. Temple and H. Hocdé, 2009: Innover avec les acteurs du monde rural : la recherche-action en partenariat. *Agricultures tropicales en poche*.
- Gaba, S., F. Bretagnolle, T. Rigaud and L. Philippot, 2014: Managing biotic interactions for ecological intensification of agroecosystems. *Frontiers in Ecology and Evolution* **2**, 29.
- Greiner, R., L. Patterson and O. Miller, 2009: Motivations, risk perceptions and adoption of conservation practices by farmers. *Agricultural Systems* **99**, 86-104.
- Hill, S. B. and R. J. MacRae, 1996: Conceptual Framework for the Transition from Conventional to Sustainable Agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture* **7**, 81-87.
- Lançon, J., J. Wery, B. Rapidel, M. Angokaye, E. Gérardeaux, C. Gaborel, D. Ballo and B. Fadegnon, 2007: An improved methodology for integrated crop management systems. *Agronomy for Sustainable Development* **27**, 101-110.
- Le Gal, P. Y., A. Merot, C. H. Moulin, M. Navarrete and J. Wery, 2010: A modelling framework to support farmers in designing agricultural production systems. *Environmental Modelling & Software* **25**, 258-268.
- MA. (2017). "Datos de transparencia." Ministerio de agricultura. Retrieved september 2017, from <http://www.agricultura.gob.do/index.php/estadisticas>.
- Mattalia, G., 2016: Master thesis. Characterization and resilience assessment of cocoa agroforestry systems in the Dominican Republic. *pp.* 75. ISARA Lyon and Wageningen University.
- ONE, 2016: Boletín de Estadísticas oficiales de Pobreza Monetaria. Oficina Nacional de Estadísticas.
- Rapidel, B., B. S. Traoré, F. Sissoko, J. Lançon and J. Wery, 2009: Experiment-based prototyping to design and assess cotton management systems in West Africa. *Agronomy for Sustainable Development* **29**, 545-556.
- Reau, R. and T. Doré, 2008: Systèmes de culture innovants et durables : quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer? Educagri Editions.
- Sadok, W., F. Angevin, J.-E. Bergez, C. Bockstaller, B. Colomb, L. Guichard, R. Reau, A. Messéan and T. Doré, 2009: MASC, a qualitative multi-attribute decision model for ex ante assessment of the sustainability of cropping systems. *Agronomy for Sustainable Development* **29**, 447-461.
- Sheil, D., R. Purl, I. Basuki, M. van Heist, M. Wan, N. Liswanti, Rukmiyati, M. Agung Sardjono, I. Samsuodin, K. Sidiyasa, Chrisandini, E. Permana, E. Mangopo Angi, B. Gatzweiler, B. Johnson and A. Wijaya, 2004: A la découverte de la biodiversité, de l'environnement et des perspectives des populations locales dans les paysages forestiers. Méthodes pour une étude pluridisciplinaire du paysage., *pp.* 109. CGIAR.